

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 39 06 545 A 1**

⑥ Int. Cl. 5:
H04 Q 3/68

②

⑳ Aktenzeichen: P 39 06 545.6
㉑ Anmeldetag: 2. 3. 89
㉒ Offenlegungstag: 13. 9. 90

DE 39 06 545 A 1

㉓ Anmelder:
ANT Nachrichtentechnik GmbH, 7150 Backnang, DE

㉔ Erfinder:
Brünle, Siegfried, Dipl.-Ing., 7150 Backnang, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur schrittweisen Erweiterung eines dreistufigen Koppelfeldes

Die Erfindung geht aus von dreistufigen blockierungsfreien und redundanten Koppelfeldern; d. h. Koppelfeldern, bei welchen ein beliebiger Koppelblock einer Stufe unter Aufrechterhaltung der Blockierungsfreiheit ausfallen darf.

Aufgabe ist es, solche Koppelfelder mit möglichst wenig Zusatzaufwand schrittweise zu erweitern. Die erste und dritte Stufe wird um zusätzliche Koppelblöcke erweitert. Bei der zweiten Stufe werden die vorhandenen Koppelblöcke gegen größere Koppelblöcke stufenweise ausgetauscht. Die Erweiterung erfolgt über sogenannte Optimalausbaustufen mit einem Minimum an Koppelblöcken bei voller Anschlußbelegung.

Die Erweiterung ist bei der Erfindung während des Betriebs möglich, durch Freischalten der auszutauschenden Koppelblöcke über die redundanten Verbindungswege.

DE 39 06 545 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. In der deutschen Patentanmeldung P 38 02 579.5 wurde ein dreistufiges blockierungsfreies und redundantes Koppelfeld vorgeschlagen, welches auch bei Ausfall eines beliebigen Koppelvielfachs (Koppelblocks) noch blockierungsfrei ist. Wenn ein solches Koppelfeld unter Beibehaltung der Blockierungsfreiheit ausgebaut, d.h. erweitert werden soll, müssen oft alle oder zumindest sehr viele Koppelbausteine ausgetauscht werden, oder es müssen sehr viele Koppelbausteine ergänzt werden.

Aus der DE PS 11 30 482 ist ein schrittweiser Ausbau eines mehrstufigen Koppelfeldes an sich bekannt. Dort werden die Zwischenleitungen entsprechend dem Schema des Vollausbaus eingelegt und bei einem Teilausbau die nicht beschalteten und nicht weiterführenden Zwischenleitungen derart miteinander verbunden, daß alle Ausgänge der ersten Koppelstufe weiterführende Verbindungen erreichen. Über die Art des schrittweisen Ausbaus ist der DE PS 11 30 482 jedoch nichts zu entnehmen.

Aus der DE 36 40 849 A1 ist ein blockierungsfreies dreistufiges Verteilkoppelfeld bekannt. Zur Erweiterung der durchzuschaltenden Verbindungen sind in den Koppelvielfachen Verzweigungen schaltbar. Diese Methode ist jedoch nur sinnvoll anwendbar, wenn mehrere Teilnehmer mit demselben Signal beaufschlagt werden sollen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ausgehend vom Oberbegriff des Patentanspruches 1 ein Verfahren anzugeben, welches eine schrittweise Erweiterung des Koppelfeldes mit möglichst wenig Aufwand an zusätzlichen Koppelbausteinen gestattet. Diese Aufgabe wird durch die Schritte des Patentanspruchs 1, 2 oder 4 gelöst. Die Patentansprüche 3 sowie 5 bis 8 betreffen Weiterbildungen dieser Lösungen.

Das Verfahren nach der Erfindung besitzt folgende Vorteile: Der Verlauf der Zahl der Koppelbausteine über der Anschlußzahl ist im wesentlichen linear. Dies bedeutet, daß die Erweiterung ohne Vorleistung für den späteren Ausbau erfolgt. Dies wird dadurch erreicht, daß bei einer Erweiterung um wenige zusätzliche Anschlußzahlen kein sofortiger Ausbau der gesamten zweiten Stufe erfolgen muß. Es müssen bei der schrittweisen Erweiterung nach der Erfindung anfangs nur Module notwendiger, d.h. kleiner Größe, verwendet werden. Die Erweiterung bis zur endgültigen Modulgröße im Endausbau kann in mehreren Zwischenschritten mit jeweils steigender Modulgröße erfolgen. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ergibt sich dadurch, daß die Erweiterung eines redundanten Koppelfeldes während des Betriebs ohne Betriebsbeeinträchtigung erfolgen kann, indem die auszutauschenden Koppelblöcke über redundante Verbindungen freigeschaltet werden.

Anhand der Zeichnungen und Tabellen werden Ausführungen der Erfindung nun näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein dreistufiges redundantes blockierungsfreies Koppelfeld gemäß P 38 02 579.5,

Fig. 2 eine Variante für ein redundantes Koppelfeld,

Fig. 3 eine weitere Variante für ein redundantes Koppelfeld,

Fig. 4 die Erweiterung eines redundanten Koppelfeldes durch Vergrößern der Koppelblöcke in der zweiten Stufe,

Fig. 5 bis 9 die verschiedenen Ausbaumöglichkeiten für redundante Koppelfelder, gemäß den Tabellen 1 bis 13.

Fig. 10 eine Erweiterung eines redundanten Koppelfeldes durch Vergrößern der Koppelblöcke in der ersten bzw. dritten Stufe.

Zum besseren Verständnis der Erfindung werden zuerst drei verschiedenen dreistufige blockierungsfreie Clos-Koppelfelder mit Redundanz betrachtet. Redundanz bedeutet dabei, daß ein beliebiger Koppelblock ausfallen darf, ohne daß die Blockierungsfreiheit verloren geht. Bei einem blockierungsfreien Clos-Koppelfeld besteht die erste Stufe aus $(n \times 2n - 1)$ -Koppelblöcken und die dritte Stufe aus $(2n - 1 \times n)$ -Koppelblöcken, wobei n die Anzahl der Eingänge der einzelnen Koppelblöcke der ersten Stufe bzw. die Anzahl der Ausgänge der einzelnen Koppelblöcke der dritten Stufe bedeutet. Bei Verwendung quadratischer Module in der ersten und dritten Stufe besteht die Möglichkeit, die nicht benötigten Eingänge für die Redundanz zu verwenden. Von dieser Möglichkeit wird in der deutschen Patentanmeldung 38 02 579.5 Gebrauch gemacht. Dort sind die redundanten n Eingänge der ersten Stufe (bzw. redundanten n Ausgänge der dritten Stufe) einzeln mit nichtredundanten Eingängen (bzw. Ausgängen) anderer Koppelblöcke der gleichen Stufe verbunden und zwar so, daß die n redundanten Eingänge (bzw. Ausgänge) eines Koppelblocks einzeln mit nichtredundanten Eingängen (bzw. Ausgängen) von anderen Koppelblöcken verbunden sind. Diese Variante eines Clos-Koppelfeldes mit Redundanz — Koppelfeld A — ist in Fig. 1 mit $n=8$ dargestellt. Die gestrichelten Verbindungswege führen über die redundanten Eingänge (bzw. Ausgänge). Im Gegensatz zum Clos-Koppelfeld ohne Redundanz mit $2n-1$ Koppelblöcken in der zweiten Stufe sind bei diesem Koppelfeld $2n=16$ Koppelblöcke in der zweiten Stufe vorgesehen.

Fig. 2 zeigt eine andere Variante eines blockierungsfreien Koppelfeldes mit Redundanz — Koppelfeld B. Bei diesem Koppelfeld wird die Redundanz dadurch geschaffen, daß jeweils ein Koppelblock in der ersten und dritten Stufe für die redundanten Leitungen (gestrichelt) reserviert ist. Somit können bei einem Ausfall eines Koppelvielfachs in der ersten und dritten Stufe die Ersatzverbindungen über das reservierte Koppelvielfach blockierungsfrei durchgeschaltet werden. Im Gegensatz zum Koppelfeld A dürfen in allen drei Koppelfeldstufen gleichzeitig jeweils ein Koppelvielfach ausfallen, ohne daß die Blockierungsfreiheit verloren geht. Beim Koppelfeld B sind an den Koppelfeldeingängen Umschalter notwendig.

Bei dem in Fig. 3 als weitere Variante dargestellten Koppelfeld C wird die Redundanz durch einen zum Clos-Koppelfeld parallelen, zusätzlichen Koppelblock geschaffen. Fig. 3 zeigt für $n=2$ und $m=3$, daß bei der Verwendung nur eines zusätzlichen $(n \times n)$ -Koppelvielfachs die Blockierungsfreiheit verloren geht (Ausfall des Koppelblocks 1 der ersten Stufe). Das Problem tritt dabei an den Koppelfeldausgängen auf, wo zwei Redundanzgänge auf nur einen Ausgang des zusätzlichen Koppelblocks zugreifen. Für die Blockierungsfreiheit müßte der parallele Koppelblock die Größe $N \times N$ haben, wobei N die Gesamtzahl der Eingänge bzw. Ausgänge ist, was

einer Verdopplung des Koppelfeldes entsprechen würde. Dies wäre jedoch sehr aufwendig, so daß diese Koppelfeldvariante nicht weiter betrachtet wird.

Die erfindungsgemäße modulare Erweiterung der zuvor beschriebenen redundanten Koppelfelder ohne Betriebsbeeinträchtigung wird nun anhand der Varianten A und B näher erläutert. Die Erweiterung mit einem sofortigen vollständige Ausbau der zweiten Stufe wird nachfolgend als Ausbau I bezeichnet und die Erweiterung in Schritten als Ausbau II.

Beim Ausbau I und beim Ausbau II werden zur aufwandsarmen Erweiterung immer nur die notwendigen Module eingesetzt. Schwierigkeiten treten bei der Erweiterung der notwendigen Module durch größere Module auf. Hier müssen im Betrieb kleinere Module durch größere Module ersetzt werden. Infolge der jederzeit vorhandenen Redundanz kann jedoch nach einem Umschalten auf Ersatzwege jeder Koppelblock entfernt und ersetzt werden, so daß eine Erweiterung während des Betriebs prinzipiell immer möglich ist. Ein Beispiel für diese Variante ist der Ausbau eines Koppelfeldes mit dem Endausbau N über Optimalausbaustufen. Die Optimalausbaustufen haben eine voll und homogen bestückte zweite Koppelfeldstufe ($16 \times 16, 32 \times 32, 64 \times 64$). Die erste und dritte Stufe ist entsprechend dem in der zweiten Stufe eingebauten Modultyp ebenfalls voll ausgebaut, so daß das Koppelfeld mit der Minimalzahl an 16×16 Koppelbausteinen auskommt. Das Koppelfeld A nach Fig. 1 mit 8×16 nichtredundanten Koppelpunkten pro 16×16 Koppelblöcken in der ersten Stufe besitzt somit Optimalausbauten bei 128, 256, 512 und 1024 Anschlüssen und das Koppelfeld B nach Fig. 2 mit 16×32 Koppelblöcken in der ersten Stufe bei 240, 496, 752 und 1008 Anschlüssen (ausschließlich Redundanz). Zwischen den beiden Optimalausbauten kann der Ausbau I oder der Ausbau II angewendet werden. Dieser Ausbau erfolgt beispielhaft ausgehend von einem Ausführungsbeispiel eines Optimalausbaus mit r Koppelblöcken der Größe $(n \times 2n)$ in der ersten Stufe, $2n$ Koppelblöcken der Größe $(r \times r)$ in der ersten Stufe, $2n$ Koppelblöcken der Größe $(r \times r)$ in der zweiten Stufe und r Koppelblöcken der Größe $(2n \times n)$ in der dritten Stufe in folgenden Schritten:

1. Das Koppelfeld wird um $N = s \times a$ zusätzliche Anschlußzahlen erweitert. Dabei werden die erste und dritte Stufe schrittweise um s zusätzliche Koppelblöcke mit je a Eingängen neu in Betrieb genommen, wobei die Bedingung $a \leq n$ eingehalten wird (Fig. 4).
2. Bei der zweiten Stufe werden die vorhandenen Koppelblöcke gegen neue Koppelblöcke ausgetauscht, deren Anschlußzahl ein Vielfaches der Anschlußzahl vorhandener Koppelblöcke beträgt, wobei die Anzahl der auszutauschenden Koppelblöcke durch die Zahl der Eingänge eines neuen Koppelblockes der ersten Stufe bestimmt wird.

Im Falle $r=0$; d.h. beim Grundaufbau eines Koppelfeldes, ausgehend von $N=0$ ergeben sich für die Struktur des erweiterten Koppelfeldes folgende Beziehungen:

erste Stufe: $s(a \times 2a)$
 zweite Stufe: $2a(s \times s)$
 dritte Stufe: $s(2a \times a)$.

Für $r \neq 0$; d.h. das Koppelfeld wird über eine bestehende Optimalausbaustufe erweitert, lauten diese Beziehungen:

erste Stufe:
 $r(n \times 2n)$
 $s(a \times [a + n])$,
 zweite Stufe:
 $[n + a](r + s) \times [r + s]$
 $[n - a](r \times r)$
 dritte Stufe:
 $r(2n \times n)$
 $s[a + n] \times a$

Im Falle $a=n$ (Ausbau I) werden sofort alle Koppelblöcke in der zweiten Stufe ausgebaut, d.h. gegen Koppelblöcke größerer Anschlußzahlen ausgetauscht, hier gegen Koppelblöcke der Größe $(r+s) \times (r+s)$. Im Falle $a < n$ (Ausbau II) werden dagegen nur $n+a$ Koppelblöcke der Größe $(s \times s)$ in der zweiten Stufe gegen $n+a$ Koppelblöcke der Größe $(r+s) \times (r+s)$ ausgetauscht. Dieser Austausch von Koppelblöcken in der zweiten Stufe kann während des Betriebs erfolgen. Das Koppelfeld muß also während des Austauschs nicht stillgelegt werden. Es wird hierzu folgendermaßen vorgegangen:

- Zuerst wird der auszutauschende Koppelblock in der zweiten Stufe freigeschaltet, d.h. seine Verbindungswege werden über den in der zweiten Stufe vorgesehenen redundanten Koppelblock umgeleitet,
- nun kann der Austausch des freigeschalteten Koppelblocks vorgenommen werden,
- nach dem Austausch werden die vorgenannten Schritte mit anderen auszutauschenden Koppelblöcken so oft wiederholt, bis alle gewünschten Koppelblöcke der zweiten Stufe ausgetauscht sind,
- anschließend werden die zusätzlichen Koppelblöcke der ersten und dritten Stufe gesteckt und alle neuen ausgetauschten und zusätzlichen Koppelblöcke verkabelt.

Soll eine Erweiterung ausgehend von einem Ausbau, der zwischen zwei Optimalausbaustufen gelegen ist, vorgenommen werden, so kann man entweder neue Koppelblöcke der Größe $a \times (n+a)$ mit $a \leq n$, in der ersten

Stufe hinzufügen oder die Anschlußzahl der vorhandenen $a \times (n+a)$ Koppelblöcke in der ersten Stufe erweitern bis maximal $n=a$.

Alle aufgezeigten Ausbaumöglichkeiten werden sowohl beim Koppelfeld A wie auch beim Koppelfeld B untersucht. In Fig. 5 bis 9 ist hierzu die Anzahl der Koppelbausteine über der Anzahl der Anschlüsse dargestellt. Innerhalb eines Intervalls (Stufenbreite) ist dabei immer die Anzahl der Koppelbausteine für die rechte Grenze eingezeichnet. Die den Fig. 5 bis 9 zugrundeliegenden Tabellen 1 bis 13 zeigen die Zahl der Anschlüsse N des Koppelfeldes in Abhängigkeit der Anzahl und Größe der Koppelblöcke KVF.

Die modulare Erweiterung des Koppelfeldes A ist in den Fig. 5 und 6 dargestellt. Für verschiedene Endausbauten ist in Fig. 5 die Koppelbausteinanzahl bei der modularen Erweiterung mit endgültigen Modulen dargestellt. Dabei zeigt sich, daß durch den Ausbau II (gleichzeitiger Ausbau aller Stufen) Bausteine eingespart werden. Weiterhin wird deutlich, daß Koppelfelder mit großem Endausbau bei kleinen Anschlußzahlen beträchtlich mehr Bausteine benötigen als Koppelfelder mit kleinerem Endausbau. Dies führt zur Überlegung, bei der modularen Erweiterung eines Koppelfeldes mit dem Endausbau N über Koppelfelder mit den Optimalausbauten $N/4$ und $N/2$ zu gehen. Zwischen diesen einzelnen Optimalausbauten erfolgt die Erweiterung am besten mit Hilfe des aufwandsärmeren Ausbaus II. Fig. 6 zeigt die Koppelbausteinanzahl für einen Endausbau mit 512 Anschlüssen beim Ausbau II mit den endgültigen Modulen (32×32 in der zweiten Stufe) und bei beiden Ausbaumöglichkeiten über 128 und 256 Anschlüsse mit nur den notwendigen Modulen (16×16 oder 32×32 in der zweiten Stufe). Der Ausbau II mit den endgültigen Modulen benötigt dabei ab 256 Anschlüssen geringfügig weniger Koppelbausteine als die beiden Ausbaumöglichkeiten mit nur den notwendigen Modulen. Da aber für kleine Anschlußzahlen beträchtlich mehr Koppelbausteine notwendig sind und da beim Ausbau kein Variantenwechsel vom Prinzip der notwendigen zum Prinzip der endgültigen Module möglich ist, ist der Ausbau II mit nur den notwendigen Modulen die günstigere Lösung.

Für eine aufwandarme Erweiterung ergibt sich somit folgendes Ergebnis:

1. Anwendung des Ausbaus II (gleichzeitiger Ausbau aller Stufen).
2. Erreichen des Endausbaus mit N Anschlüssen über die Optimalausbaustufen.
3. Verwenden von nur den notwendigen Modulen (kleinste Modulgröße 16×16) und sukzessive Erweiterung bis zur endgültigen Modulgröße im Endausbau.

Die modulare Erweiterung des Koppelfeldes B ist in den Fig. 7 bis 9 dargestellt. Die den Fig. 5 und 6 entsprechenden Fig. 7 und 8 zeigen, daß für das Koppelfeld B bezüglich der modularen Erweiterung die gleichen Aussagen wie für das Koppelfeld A gelten. In Fig. 9 ist für einen Endausbau mit $N=1008$ Anschlüssen die Koppelbausteinanzahl beim Ausbau I und II über 240 und 496 Anschlüssen mit nur den notwendigen Modulen dargestellt. Dabei wird deutlich, daß sowohl durch den Ausbau II als auch durch die Verwendung von 48×48 Koppelblöcken in der zweiten Stufe (entspricht einem Optimalausbau bei $N=752$ Anschlüssen) Koppelbausteine eingespart werden können.

Bisher wurde nur die Variante — Erweiterung erste und dritte Stufe um zusätzliche Koppelblöcke sowie Austausch der vorhandenen Koppelblöcke der zweiten Stufe gegen neue Koppelblöcke, deren Anschlußzahl ein Vielfaches der Anschlußzahl vorhandener Koppelblöcke beträgt — behandelt. Eine weitere Variante hierzu, die in Fig. 10 dargestellt ist, wird nun nachfolgend erläutert. Bei dieser Variante wird die zweite Stufe um zusätzliche Koppelblöcke erweitert sowie die vorhandenen Koppelblöcke bei der ersten und dritten Stufe gegen neue Koppelblöcke ausgetauscht, deren Anschlußzahl ein Vielfaches vorhandener Koppelblöcke beträgt. Wie bei der ersten Variante erfolgt auch hier der Austausch stufenweise. Die Vorteile — linearer Verlauf der Zahl der Koppelbausteine über der Anschlußzahl, Erweiterung ohne Vorleistung für den späteren Ausbau — sind bei der Variante gemäß Fig. 10 auch gegeben. Des weiteren erfolgt die Erweiterung auch bei dieser Variante über sogenannte Optimalausbaustufen.

Der Ausbau erfolgt hier ausgehend von einem Ausführungsbeispiel mit r Koppelblöcken der Größe $(n \times 2x)$ in der ersten Stufe, $2n$ Koppelblöcken der Größe $(r \times r)$ in der zweiten Stufe und r Koppelblöcken der Größe $(2n \times n)$ in der dritten Stufe, wobei $r \neq 0$ ist in folgenden Schritten:

1. Das Koppelfeld wird um $N' = t \times a$ zusätzliche Anschlußzahlen mit $t \leq r$ erweitert. In der ersten und dritten Stufe werden alle Koppelblöcke erweitert, wobei nur t Koppelblöcke um jeweils a Eingänge vergrößert werden. Dies führt zu folgenden Beziehungen für das erweiterte Koppelfeld:

erste Stufe:

$$a[(n+a) \times (2n+2a)] \\ [r-t](n \times [2n+a]),$$

zweite Stufe:

$$[2n+a](r \times r) \\ a(t \times t),$$

dritte Stufe:

$$t[(2n+2a) \times (n+a)] \\ [r-t]([2n+a] \times n).$$

Die zuvor für die erste Variante angegebenen Ausführungen gelten hier sinngemäß entsprechend (z.B. betr. der Einsparung von Koppelblöcken).

Der Austausch von Koppelblöcken in der ersten und dritten Stufe kann auch hier während des Betriebs erfolgen. Hierzu wird folgendermaßen vorgegangen:

- zuerst werden die auszutauschenden Koppelblöcke in den Stufen 1 und 3 durch Ersatzschalten der Verbindungen über die redundanten Koppelblöcke freigeschaltet,
- dann kann der Austausch der freigeschalteten Koppelblöcke vorgenommen werden,
- nach dem Austausch werden die ersatzgeschalteten Verbindungen auf die ausgetauschten Koppelblöcke wieder zurückgeschaltet,
- dann werden die vorgenannten Schritte mit anderen auszutauschenden Koppelblöcken der Stufen 1 und 3 so oft wiederholt, bis alle gewünschten Koppelblöcke dieser Stufen ausgetauscht sind,
- anschließend werden die zusätzlichen Koppelblöcke der zweiten Stufe gesteckt und alle neuen ausgetauschten und zusätzlichen Koppelblöcke verkabelt.

Tabelle 1

	Anzahl der Anschlüsse		96	128	
	32	64			
1. und 3. Stufe:					
Größe der Koppelvielfachen	8 × 8	16 × 16	16 × 16	16 × 16	
Anzahl der Koppelvielfachen	8	8	12	16	
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	8	8	12	16	20
2. Stufe:					
Anzahl der Koppelvielfachen 16 × 16	8	16	16	16	
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	8	16	16	16	
Gesamte Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	24	32	40	48	25

Koppelfeld A, N = 128, Ausbau II mit endgültigen Modulen

Tabelle 2

	Anzahl der Anschlüsse			128	192	256	
	32	64	96				
1. und 3. Stufe:							
Größe der Koppelvielfachen	4 × 4	8 × 8	12 × 12	16 × 16	16 × 16	16 × 16	
Anzahl der Koppelvielfachen	16	16	16	16	24	32	
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	16	16	16	16	24	32	35
2. Stufe:							
Anzahl der Koppelvielfachen 32 × 32	4	8	12	16	16	16	
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	16	32	48	64	64	64	40
Gesamte Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	48	64	80	96	112	128	45

Koppelfeld A, N = 256, Ausbau II mit endgültigen Modulen

Tabelle 3

N	1. Stufe, 3. Stufe KVF	Anzahl KVF	Anzahl 16 × 16	2. Stufe Anzahl KVF 64 × 64	Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16	
32	4 × 4	16	16	4	64	96	
64	4 × 4	32	32	4	64	128	
96	6 × 6	32	32	6	96	160	
128	8 × 8	32	32	8	128	192	
192	8 × 8	48	48	8	128	224	
256	8 × 8	64	64	8	128	256	60
320	10 × 10	64	64	10	160	288	
384	12 × 12	64	64	12	192	320	
448	14 × 14	64	64	14	224	352	
512	16 × 16	64	64	16	256	384	65

Koppelfeld A, N = 512, Ausbau II mit endgültigen Modulen

Tabelle 4

<i>N</i>	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl KVF 16 × 16	2. Stufe Anzahl KVF 64 × 64	Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16
32	4	16	256	264
64	8	16	256	272
96	12	16	256	280
128	16	16	256	288
192	24	16	256	304
256	32	16	256	320
320	40	16	256	336
384	48	16	256	352
448	56	16	256	368
512	64	16	256	384

Koppelfeld A, *N* = 512, Ausbau I mit endgültigen Modulen

Tabelle 5

<i>N</i>	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 × 16	2. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16
32	4(16 × 16)	4	16(16 × 16)	16	24
64	8(16 × 16)	8	16(16 × 16)	16	32
96	12(16 × 16)	12	16(16 × 16)	16	40
128	16(16 × 16)	16	16(16 × 16)	16	48
160	20(16 × 16)	20	16(32 × 32)	64	104
192	24(16 × 16)	24	16(32 × 32)	64	112
224	28(16 × 16)	28	16(32 × 32)	64	120
256	32(16 × 16)	32	16(32 × 32)	64	128
320	40(16 × 16)	40	16(64 × 64)	256	336
384	48(16 × 16)	48	16(64 × 64)	256	352
448	56(16 × 16)	56	16(64 × 64)	256	368
512	64(16 × 16)	64	16(64 × 64)	256	384

Koppelfeld A, *N* = 512, Ausbau I über 128 und 256 Anschlüsse mit notwendigen Modulen

Tabelle 6

<i>N</i>	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 × 16	2. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16
32	8(8 × 8)	8	8(16 × 16)	8	24
64	8(16 × 16)	8	16(16 × 16)	16	32
96	12(16 × 16)	12	16(16 × 16)	16	40
128	16(16 × 16)	16	16(16 × 16)	16	48
144	16(16 × 16)		12(32 × 32)		
	4(4 × 12)	20	4(16 × 16)	52	92
160	16(16 × 16)		12(32 × 32)		
	8(4 × 12)	24	4(16 × 16)	52	100
192	16(16 × 16)				
	8(8 × 16)	24	16(32 × 32)	64	112
224	28(16 × 16)	28	16(32 × 32)	64	120
256	32(16 × 16)	32	16(32 × 32)	64	128
288	32(16 × 16)		10(64 × 64)		
	16(2 × 10)	48	6(32 × 32)	184	280
320	32(16 × 16)		12(64 × 64)		
	16(4 × 12)	48	4(32 × 32)	208	304
384	32(16 × 16)		12(64 × 64)		
	32(4 × 12)	64	4(32 × 32)	208	336
448	32(16 × 16)		14(64 × 64)		
	32(6 × 14)	64	2(32 × 32)	232	360
512	64(16 × 16)	64	16(64 × 64)	256	384

Koppelfeld A, *N* = 512, Ausbau II über 128 und 256 Anschlüsse mit notwendigen Modulen

Tabelle 7

	Anzahl der Anschlüsse		96	112
	32	64		
1. und 3. Stufe:				
Größe der Koppelvielfachen	8 × 16	16 × 32	16 × 32	16 × 32
Anzahl der Koppelvielfachen	4	4	6	7
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	8	8	12	14
2. Stufe:				
Anzahl der Koppelvielfachen 8 × 8	16	32	32	32
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	16	32	32	32
Redundanz: Koppelbausteine 16 × 16	4	4	4	4
Gesamte Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	36	52	60	64

Koppelfeld B, *N* = 112, Ausbau II mit endgültigen Modulen

Tabelle 8

	Anzahl der Anschlüsse					
	32	64	96	128	192	240
1. und 3. Stufe:						
Größe der Koppelvielfachen	8 × 16	16 × 32	16 × 32	16 × 32	16 × 32	16 × 32
Anzahl der Koppelvielfachen	4	4	6	8	12	15
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	8	8	12	16	24	30
2. Stufe:						
Anzahl der Koppelvielfachen 16 × 16	16	32	32	32	32	32
Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	16	32	32	32	32	32
Redundanz: Koppelbausteine 16 × 16	4	4	4	4	4	4
Gesamte Anzahl der Koppelbausteine 16 × 16	36	52	60	68	84	96

Koppelfeld B, $N = 240$, Ausbau II mit endgültigen Modulen

Tabelle 9

N	1. Stufe, 3. Stufe KVF	Anzahl KVF	Anzahl 16 × 16	2. Stufe Anzahl KVF 32 × 32	Anzahl 16 × 16	Redundanz: Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16
32	4 × 8	8	16	8	32	4	68
64	8 × 16	8	16	16	64	4	100
96	8 × 16	12	24	16	64	4	116
128	8 × 16	16	32	16	64	4	132
192	8 × 16	24	48	16	64	4	164
240	10 × 20	24	48	20	80	4	180
310	10 × 20	31	62	20	80	4	208
372	12 × 24	31	62	24	96	4	224
434	14 × 28	31	62	28	112	4	240
496	16 × 32	31	62	32	128	4	256

Koppelfeld B, $N = 496$, Ausbau II mit endgültigen Modulen

Tabelle 10

N	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl KVF 16 × 32	Anzahl 16 × 16	2. Stufe Anzahl KVF 32 × 32	Anzahl 16 × 16	Redundanz: Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16
32	2	4	32	128	4	140
64	4	8	32	128	4	148
96	6	12	32	128	4	156
128	8	16	32	128	4	164
192	12	24	32	128	4	180
240	15	30	32	128	4	192
304	19	38	32	128	4	208
368	23	46	32	128	4	224
432	27	54	32	128	4	240
496	31	62	32	128	4	256

Koppelfeld B, $N = 496$, Ausbau I mit endgültigen Modulen

Tabelle 11

N	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 x 32	2. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 x 16	Gesamte Anzahl 16 x 16
32	6(8 x 16)	3	16(16 x 16)	16	28
64	10(6 x 16)	5	16(16 x 16)	16	36
96	14(8 x 16)	7	16(16 x 16)	16	44
112	16(8 x 16)	8	16(16 x 16)	16	48
128	9(16 x 32)	9	32(16 x 16)	32	68
160	11(16 x 32)	11	32(16 x 16)	32	76
192	13(16 x 32)	13	32(16 x 16)	32	84
224	15(16 x 32)	15	32(16 x 16)	32	92
240	16(16 x 32)	16	32(16 x 16)	32	96
256	16(16 x 32)		20(32 x 32)		
	4(4 x 20)	20	12(16 x 16)	92	172
272	16(16 x 32)		24(32 x 32)		
	4(8 x 24)	20	8(16 x 16)	104	184
304	16(16 x 32)		24(32 x 32)		
	8(8 x 24)	24	8(16 x 16)	104	200
320	16(16 x 32)		26(32 x 32)		
	8(10 x 26)	24	6(16 x 16)	110	206
352	16(16 x 32)		30(32 x 32)		
	8(14 x 30)	24	2(16 x 16)	122	218
368	24(16 x 32)	24	32(32 x 32)	128	224
384	25(16 x 32)	25	32(32 x 32)	128	228
496	32(16 x 32)	32	32(32 x 32)	128	256

Koppelfeld B, N = 496, Ausbau II über 240 Anschlüsse mit notwendigen Modulen

Tabelle 12

N	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 x 32	2. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 x 16	Gesamte Anzahl 16 x 16
528	32(16 x 32)		20(64 x 64)		
	8(4 x 20)	40	12(32 x 32)	368	528
560	32(16 x 32)		20(64 x 64)		
	16(4 x 20)	48	12(32 x 32)	368	560
592	32(16 x 32)		22(64 x 64)		
	16(6 x 22)	48	10(32 x 32)	392	584
624	32(16 x 32)		24(64 x 64)		
	16(8 x 24)	48	8(32 x 32)	416	608
688	32(16 x 32)		24(64 x 64)		
	24(8 x 24)	56	8(32 x 32)	416	640
752	32(16 x 32)		24(64 x 64)		
	32(8 x 24)	64	8(32 x 32)	416	672
784	32(16 x 32)		25(64 x 64)		
	32(9 x 25)	64	7(32 x 32)	428	684
880	32(16 x 32)		28(64 x 64)		
	32(12 x 28)	64	4(32 x 32)	464	720
1008	64(16 x 32)	64	32(64 x 64)	512	768

Koppelfeld B, N = 1008, Ausbau II über 496 Anschlüsse mit notwendigen Modulen und ohne 48-48-Koppelvielfach

Tabelle 13

<i>N</i>	1. Stufe, 3. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 × 32	2. Stufe Anzahl und Größe KVF	Anzahl 16 × 16	Gesamte Anzahl 16 × 16
5					
10	528 32(16 × 32) 8(4 × 20)	40	20(48 × 48) 12(32 × 32)	228	388
	560 32(16 × 32) 8(8 × 24)	40	24(48 × 48) 8(32 × 32)	248	408
	624 32(16 × 32) 16(8 × 24)	48	24(48 × 48) 8(32 × 32)	248	440
	688 32(16 × 32) 16(12 × 28)	48	28(48 × 48) 4(32 × 32)	268	460
15	752 48(16 × 32)	48	32(48 × 48)	288	480
	784 48(16 × 32) 8(4 × 20)	56	20(64 × 64) 12(48 × 48)	428	652
	816 48(16 × 32) 8(8 × 24)	56	24(64 × 64) 8(48 × 48)	456	680
20	848 48(16 × 32) 12(8 × 24)	60	24(64 × 64) 8(48 × 48)	456	696
	880 48(16 × 32) 16(8 × 24)	64	24(64 × 64) 8(48 × 48)	456	712
25	944 48(16 × 32) 16(12 × 28)	64	28(64 × 64) 4(48 × 48)	484	740
	1008 64(16 × 32)	64	32(64 × 64)	512	768

Koppelfeld B, *N* = 1008, Ausbau II über 496 Anschlüsse mit notwendigen Modulen und mit 48·48-Koppelvielfach

Patentansprüche

1. Verfahren zur schrittweisen Erweiterung eines mit Koppelblöcken aufgebauten dreistufigen blockierungsfreien und redundanten Koppelfeldes, bei welchem ein beliebiger Koppelblock einer Stufe unter Aufrechterhaltung der Blockierungsfreiheit ausfallen darf, **gekennzeichnet durch** folgende Erweiterungsmaßnahmen:
 - wenn in der ersten und dritten Stufe Koppelblöcke gleicher Größe vorhanden sind, wird die erste und dritte Stufe um zusätzliche Koppelblöcke kleinerer oder gleicher Anschlußzahl der vorhandenen Koppelblöcke erweitert,
 - bei der zweiten Stufe werden die vorhandenen Koppelblöcke gegen neue Koppelblöcke höherer Anschlußzahl ausgetauscht, wobei sich die Anzahl der auszutauschenden Koppelblöcke aus der Anschlußzahl eines vorhandenen und der Anschlußzahl eines zusätzlichen Koppelblocks in der ersten Stufe ergibt,
 - die Erweiterung wird über sogenannte Optimalbaustufen vorgenommen, die ein Minimum an gleichartigen Koppelblöcken in der ersten und in der zweiten Stufe bei voller Anschlußbelegung der nichtredundanten Eingänge aufweisen.
2. Verfahren zur schrittweisen Erweiterung eines mit Koppelblöcken aufgebauten dreistufigen blockierungsfreien und redundanten Koppelfeldes, bei welchem ein beliebiger Koppelblock einer Stufe unter Aufrechterhaltung der Blockierungsfreiheit ausfallen darf, **gekennzeichnet durch** folgende Erweiterungsmaßnahmen:
 - wenn in der ersten und dritten Stufe Koppelblöcke unterschiedlicher Größe vorhanden sind, werden in der ersten und dritten Stufe die Koppelblöcke mit den kleineren Anschlußzahlen vergrößert bis maximal auf die Anschlußzahl der größeren Koppelblöcke,
 - bei der zweiten Stufe werden so viele der vorhandenen Koppelblöcke gegen neue Koppelblöcke höherer Anschlußzahl ausgetauscht, wie sich die Anschlußzahl der vergrößerten Koppelblöcke erhöht hat,
 - die Erweiterung wird über sogenannte Optimalbaustufen vorgenommen, die ein Minimum an gleichartigen Koppelblöcken in der ersten und in der zweiten Stufe bei voller Anschlußbelegung der nichtredundanten Eingänge aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** folgende Erweiterungsmaßnahmen:
 - die erste und dritte Stufe wird um zusätzliche Koppelblöcke kleinerer oder gleicher Anschlußzahl der größeren Koppelblöcke erweitert.
4. Verfahren zur schrittweisen Erweiterung eines mit Koppelblöcken aufgebauten dreistufigen blockierungsfreien und redundanten Koppelfeldes, bei welchem ein beliebiger Koppelblock einer Stufe unter Aufrechterhaltung der Blockierungsfreiheit ausfallen darf, **gekennzeichnet durch** folgende Erweiterungsmaßnahmen:
 - bei der ersten und dritten Stufe werden alle vorhandenen Koppelblöcke gegen neue Koppelblöcke größerer Anschlußzahl ausgetauscht, wobei nur bei einem Teil der neuen Koppelblöcke die neu

hinzugekommenen Anschlüsse beschaltet werden,

– die zweite Stufe wird um zusätzliche Koppelblöcke mit unterschiedlicher Anschlußzahl erweitert, wobei sich jeweils die Anzahl der zusätzlichen Koppelblöcke kleinerer Anschlußzahl und die Anzahl der zusätzlichen Koppelblöcke größerer Anschlußzahl durch die Zahl der neu hinzukommenden Anschlußzahlen eines Koppelblocks in der ersten Stufe ergibt,

– die Erweiterung wird über sogenannte Optimalausbaustufen vorgenommen, die ein Minimum an gleichartigen Koppelblöcken in der ersten und dritten Stufe bzw. entsprechend in der zweiten Stufe bei voller Anschlußbelegung der nichtredundanten Eingänge aufweisen.

5. Verfahren nach Anspruch 1 ausgehend von einem Koppelfeld mit Optimalausbau, wobei die erste Stufe r Koppelblöcke der Größe $(n \times 2n)$, die zweite Stufe $2n$ Koppelblöcke der Größe $(r \times r)$ und die dritte Stufe r Koppelblöcke der Größe $(2n \times n)$ besitzt, mit r = Anzahl der Koppelblöcke der ersten und dritten Stufe, n = Zahl der Eingänge der Koppelblöcke in der ersten Stufe bzw. Zahl der Ausgänge der Koppelblöcke in der dritten Stufe, dadurch gekennzeichnet, daß die Erweiterung um $N = s \times a$ zusätzliche Anschlußzahlen des Koppelfeldes, wobei s die Anzahl der zusätzlichen Koppelblöcke der ersten und dritten Stufe und a jeweils die Zahl der Eingänge dieser zusätzlichen Koppelblöcke ist, mit $a \leq n$ folgendermaßen vorgenommen wird:

– für $r = 0$

erste Stufe: $s(a \times 2a)$

zweite Stufe: $2a(s \times s)$

dritte Stufe: $s(2a \times a)$

– für $r \neq 0$

erste Stufe:

$r(n \times 2n)$

$s(a \times [a + n])$,

zweite Stufe:

$[n + a](r + s) \times [r + s]$

$[n - a](r \times r)$

dritte Stufe:

$r(2n \times n)$

$s[a + n] \times a$

wobei für $a < n$ der Austausch von $n + a$ Koppelblöcken in der zweiten Stufe erfolgt und für $a = n$ der Austausch aller $2n$ Koppelblöcke in der zweiten Stufe.

6. Verfahren nach Anspruch 4, ausgehend von einem Koppelfeld mit Optimalausbau, wobei die erste Stufe r Koppelblöcke der Größe $(n \times 2n)$, die zweite Stufe $2n$ Koppelblöcke der Größe $(r \times r)$ und die dritte Stufe r Koppelblöcke der Größe $(2n \times r)$ besitzt, mit r = Anzahl der Koppelblöcke in der ersten und dritten Stufe, n = Zahl der Eingänge der Koppelblöcke in der ersten Stufe bzw. Zahl der Ausgänge der Koppelblöcke in der dritten Stufe, dadurch gekennzeichnet, daß die Erweiterung um $N' = t \times a$ zusätzliche Anschlußzahlen des Koppelfeldes, wobei t die Anzahl der auszutauschenden Koppelblöcke in der ersten und dritten Stufe und a die Zahl der jeweils beim Austausch auftretenden zusätzlichen Eingänge ist, mit $t \leq r$ folgendermaßen vorgenommen wird:

erste Stufe:

$t[(n + a) \times (2n + 2a)]$

$[r - t](n \times [2n + a])$,

zweite Stufe:

$[2n + a](r \times r)$

$a(t \times t)$,

dritte Stufe:

$t[2n + 2a] \times [n + a]$

$[r - t][2n + a] \times n$.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erweiterung in folgenden Schritten durchgeführt wird:

– Freischalten eines auszutauschenden Koppelblocks in der zweiten Stufe durch Ersatzschalten der Verbindungen über den in der zweiten Stufe vorgesehenen redundanten Koppelblock,

– Austauschen des freigeschalteten Koppelblocks,

– Zurückschalten der ersatzgeschalteten Verbindungen,

– Wiederholen dieser Schritte mit anderen Koppelblöcken bis alle gewünschten Koppelblöcke der zweiten Stufe ausgetauscht und vergrößert sind,

– Stecken der zusätzlichen Koppelblöcke in der ersten und dritten Stufe,

– Verkabeln der ausgetauschten und zusätzlichen Koppelblöcke.

8. Verfahren nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Erweiterung in folgenden Schritten durchgeführt wird:

– Freischalten eines auszutauschenden Koppelblocks in der ersten und dritten Stufe durch Ersatzschalten der Verbindungen über die zum auszutauschenden Koppelblock redundanten Verbindungswege,

– Austauschen des freigeschalteten Koppelblocks,

– Zurückschalten der ersatzgeschalteten Verbindungen,

– Wiederholen dieser Schritte mit anderen Koppelblöcken, bis alle gewünschten Koppelblöcke der ersten und dritten Stufe ausgetauscht und vergrößert sind,

- Stecken der zusätzlichen Koppelblöcke in der zweiten Stufe,
- Verkabeln der ausgetauschten und zusätzlichen Koppelblöcke.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

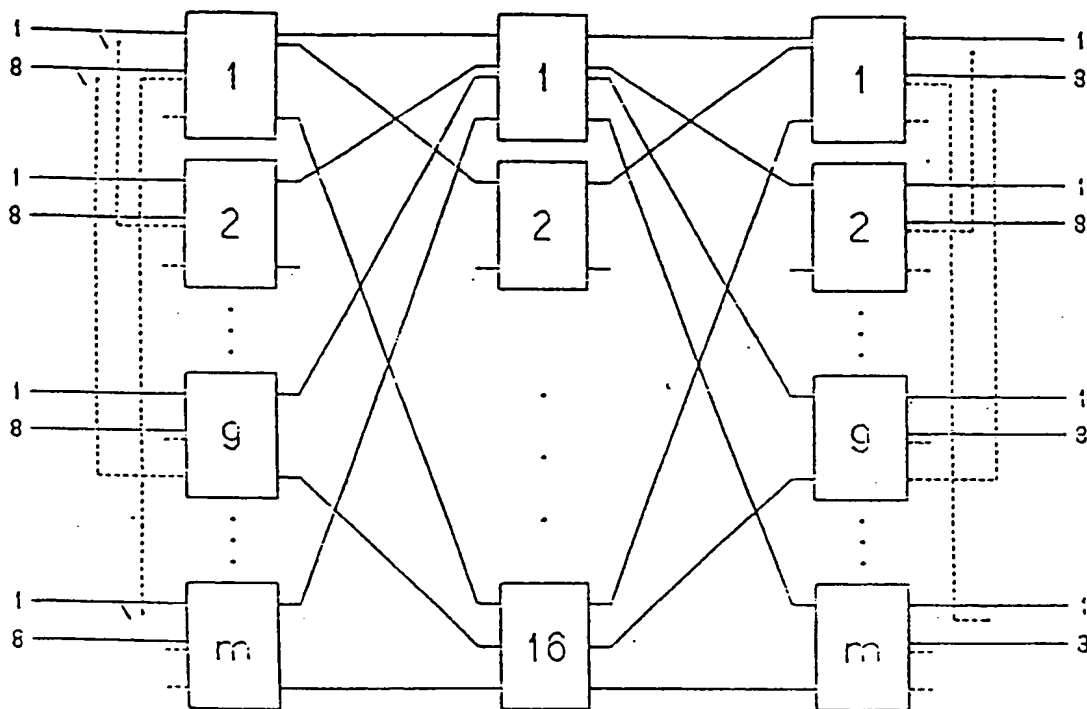


Fig. 1

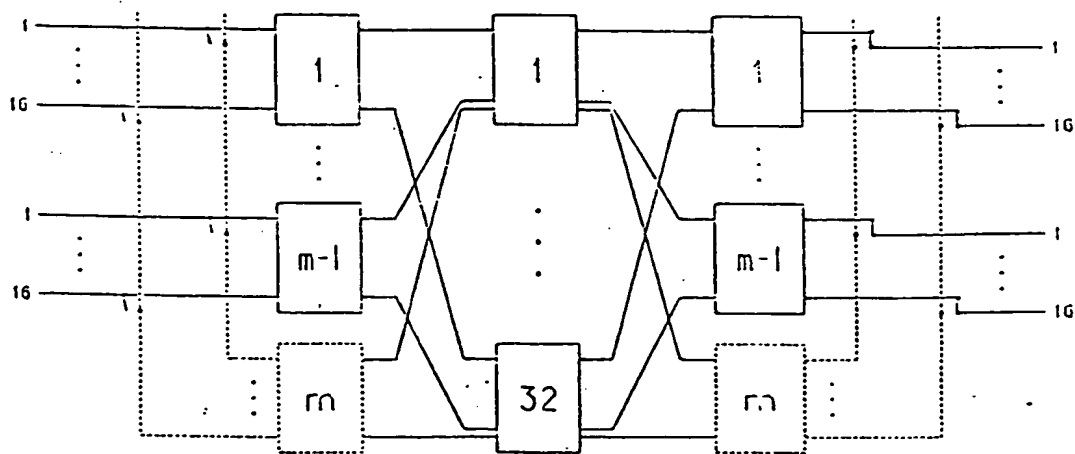


Fig. 2

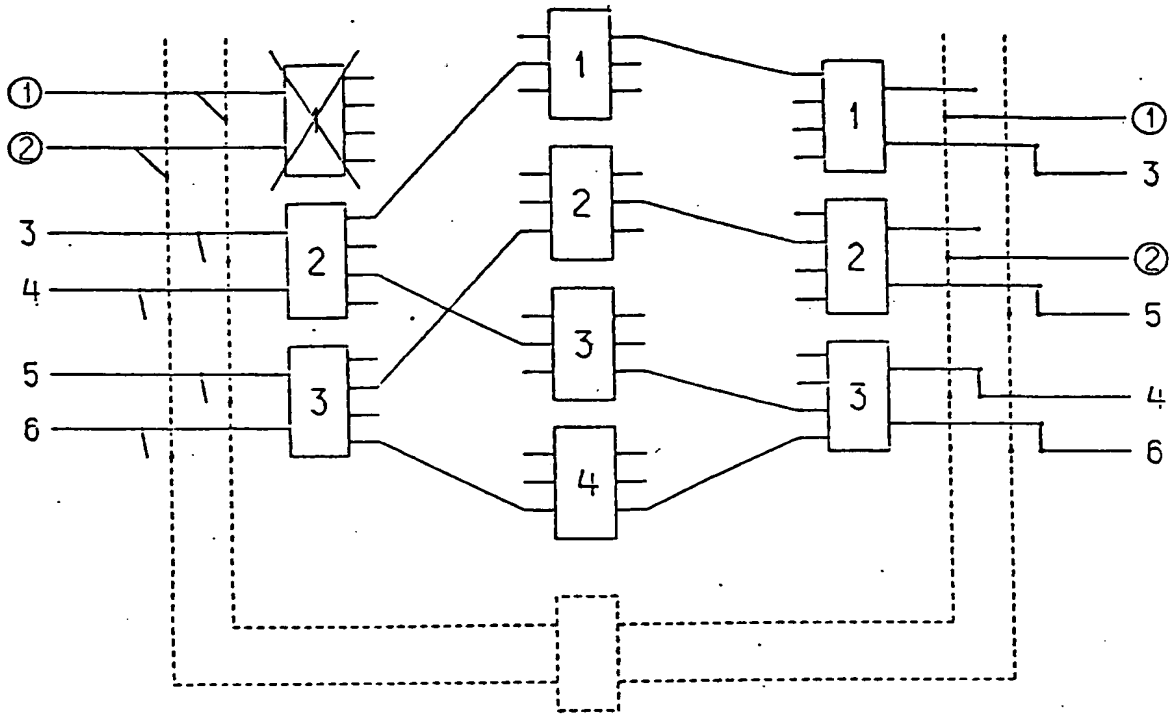


Fig. 3

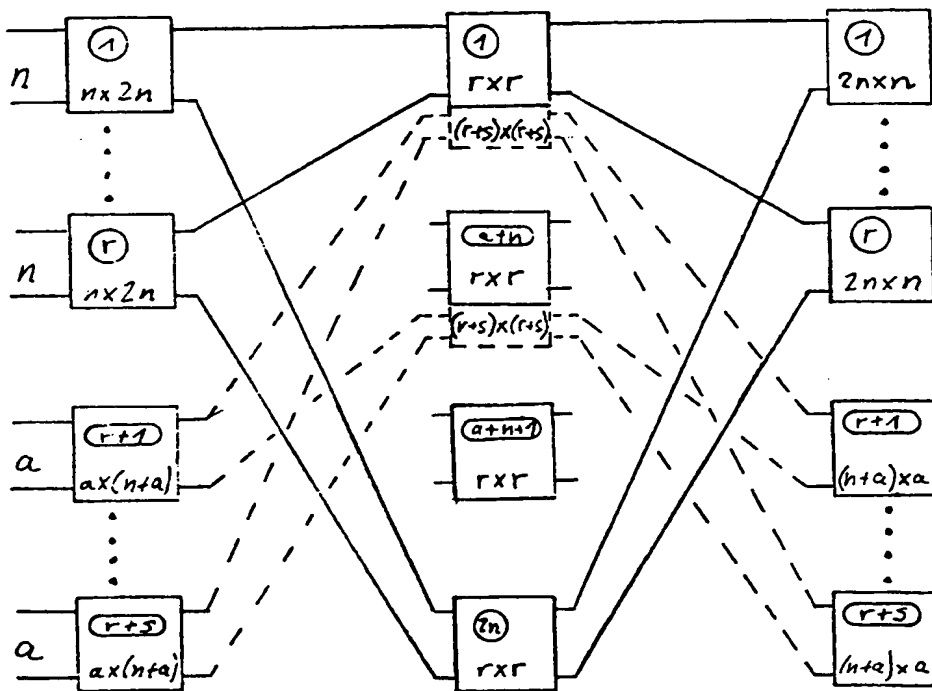
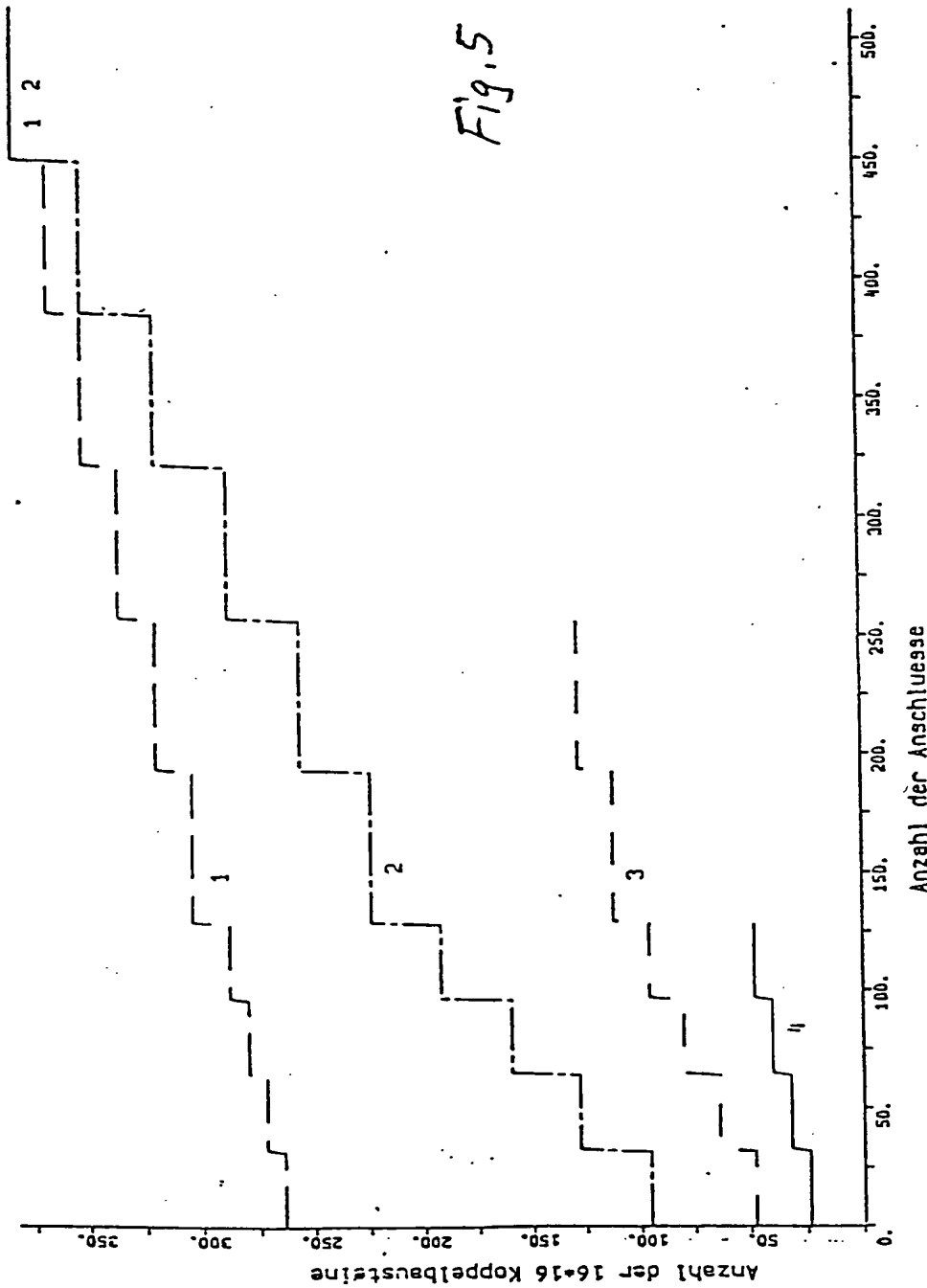
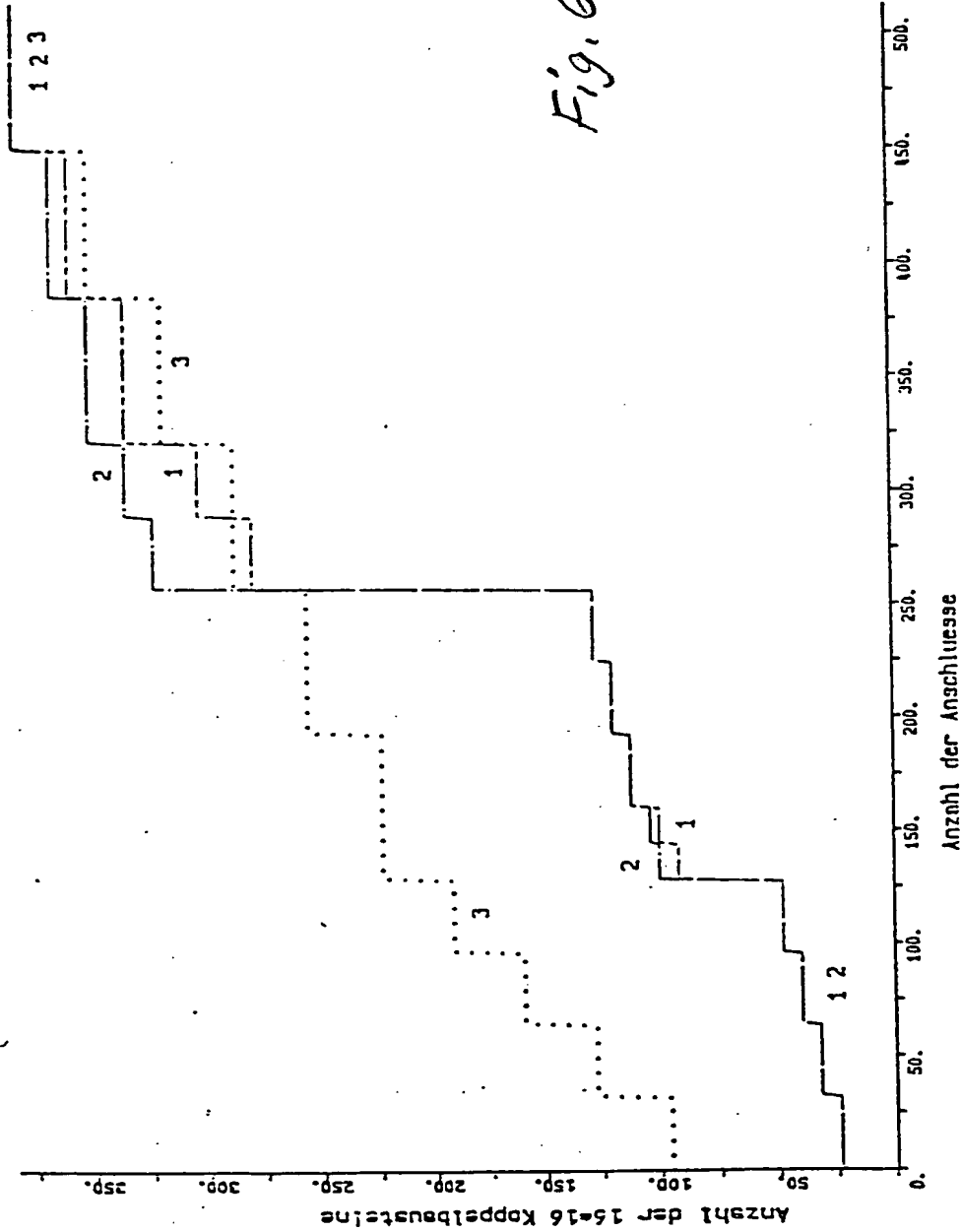


Fig. 4



Anzahl der Koppelbausteine bei der modularen Erweiterung (Koppelfeld A):

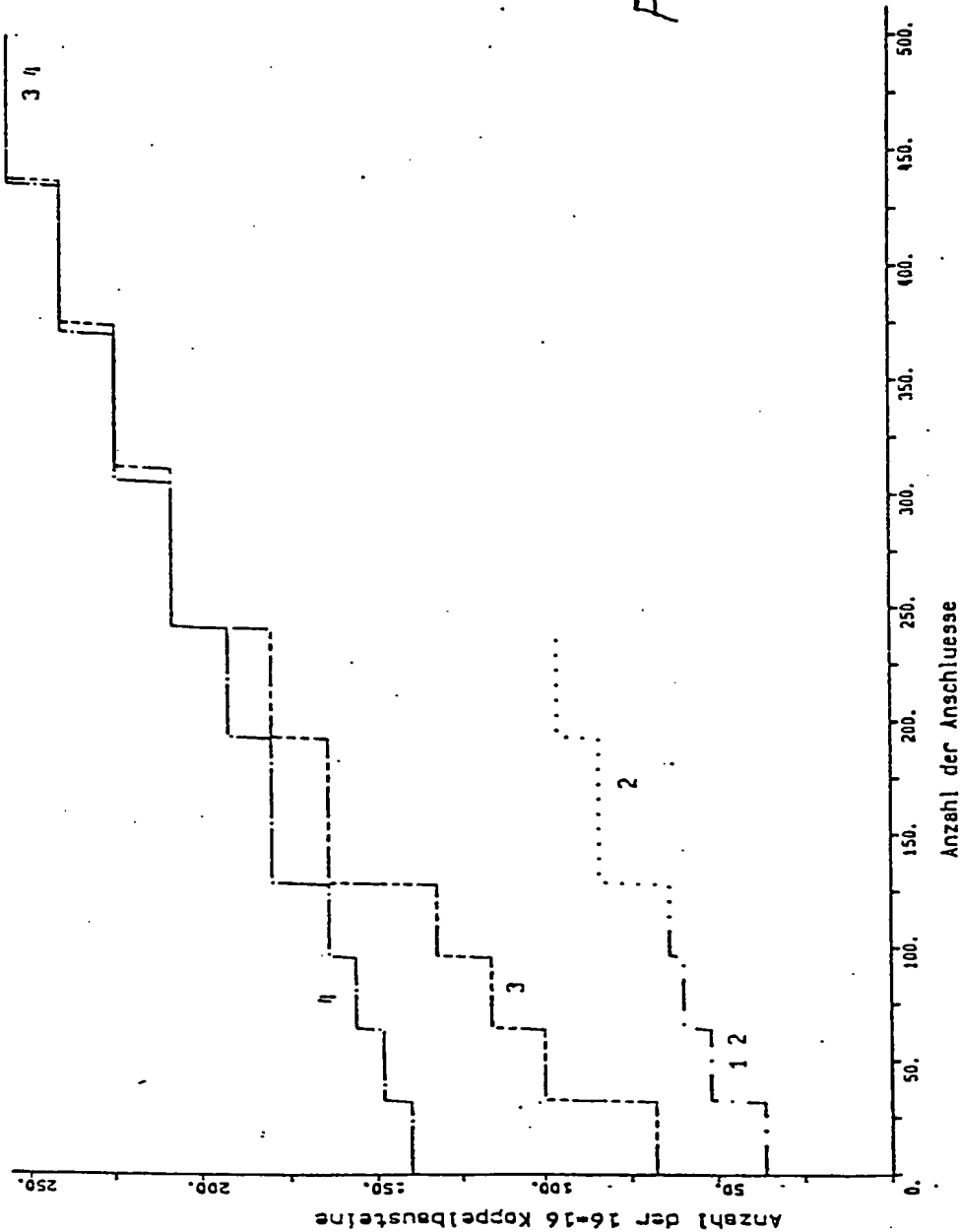
- 1: N=512, Ausbau I, endgültige Module
- 2: N=512, Ausbau II, endgültige Module
- 3: N=256, Ausbau II, endgültige Module
- 4: N=128, Ausbau II, endgültige Module



Anzahl der Koppelbausteine bei der modularen Erweiterung (Koppelfeld A):

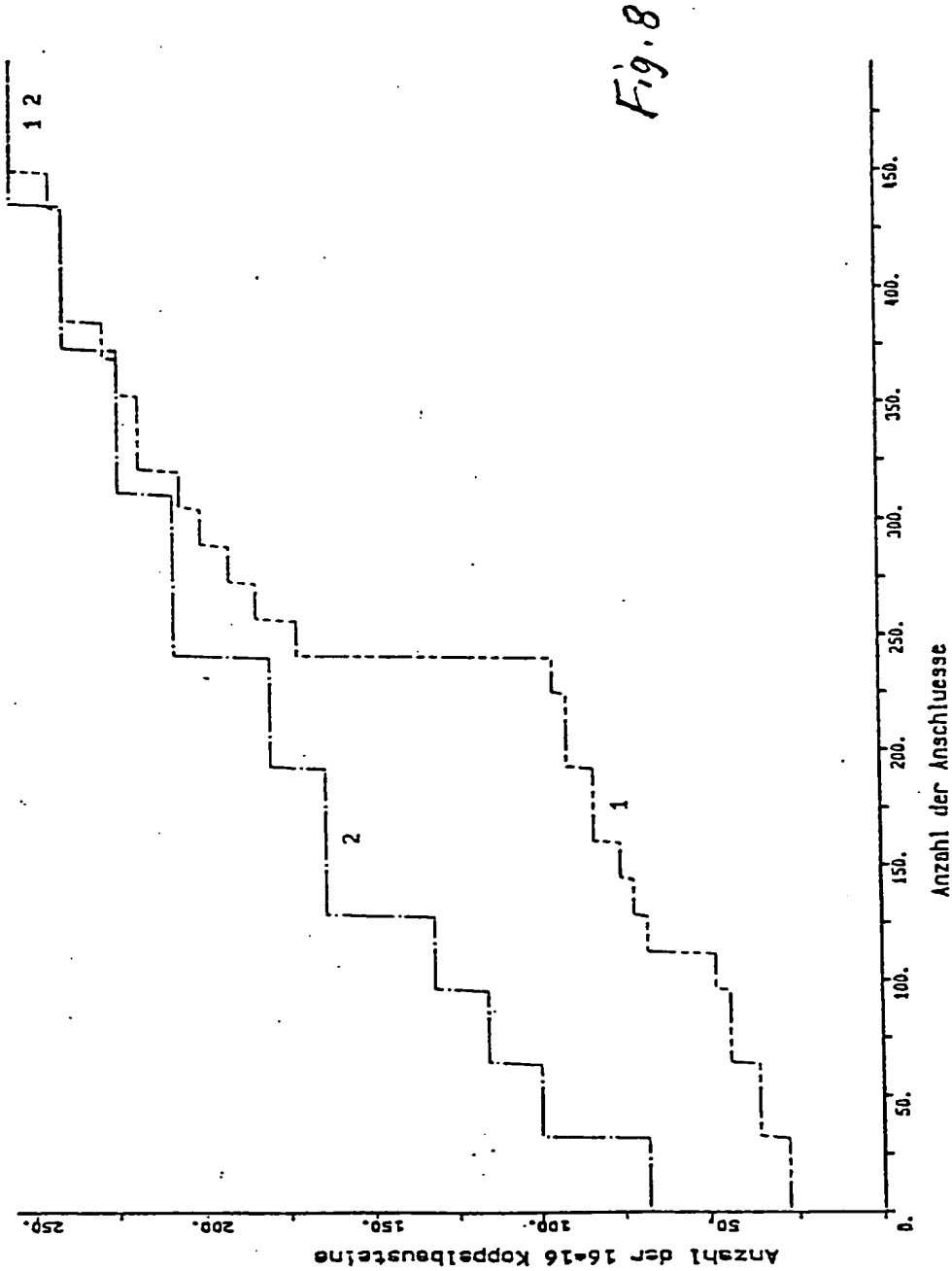
- 1: N-512, Ausbau II über 120 u. 256 Anschlüsse, notwendige Module
- 2: N-512, Ausbau I über 120 u. 256 Anschlüsse, notwendige Module
- 3: N-512, Ausbau II, endgültige Module

Fig. 7



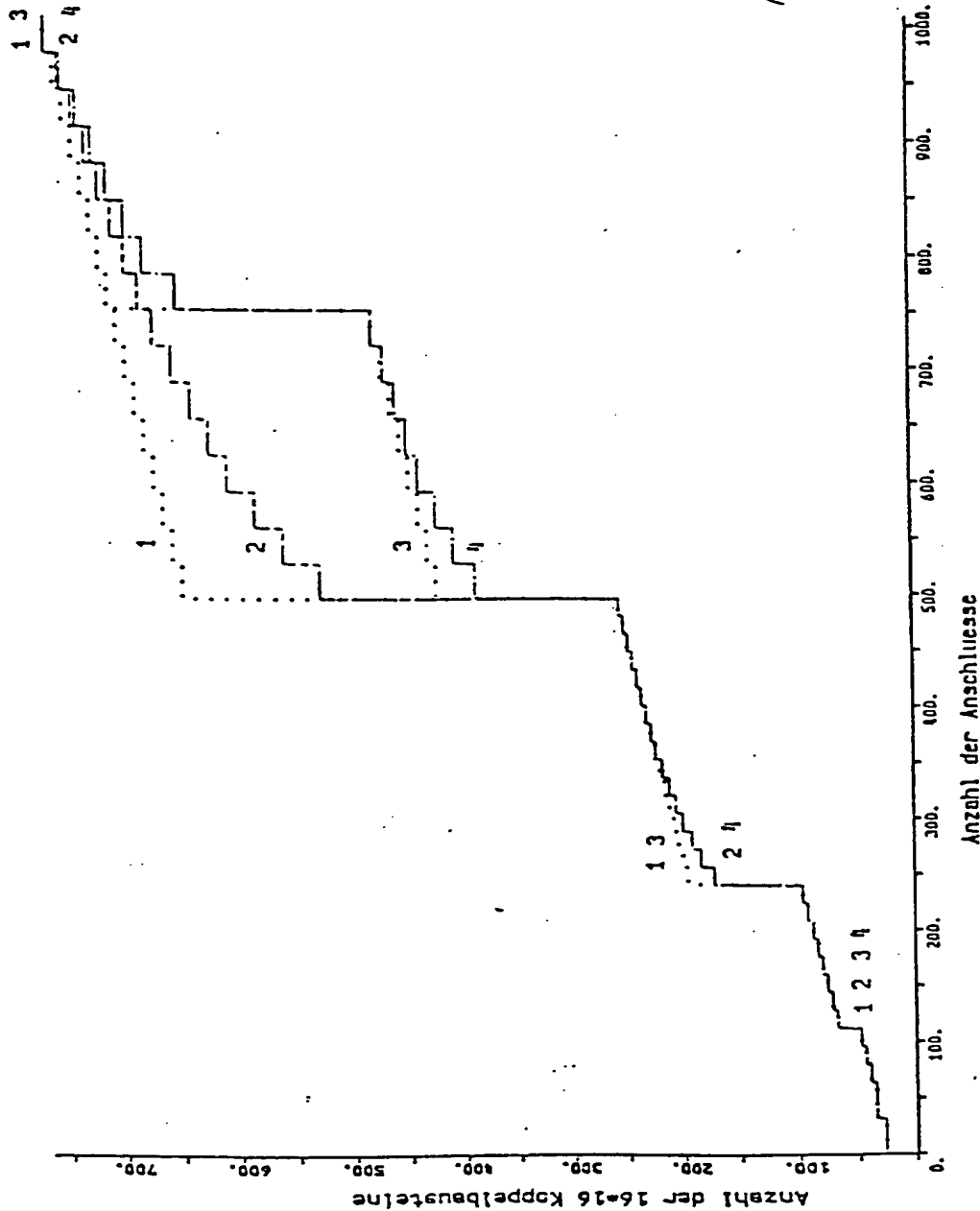
Anzahl der Koppelbausteine bei der modularen Erweiterung (Koppelfeld II):

- 1: N=112, Ausbau II, endgültige Module
- 2: N=240, Ausbau II, endgültige Module
- 3: N=496, Ausbau II, endgültige Module
- 4: N=496, Ausbau I, endgültige Module



Anzahl der Koppelbausteine bei der modularen Erweiterung (Koppelfeld n)
über 240 Anschlüsse, notwendige Module
endgültige Module

1: N=496, Ausbau II
2: N=496, Ausbau II



Anzahl der Koppelbausteine bei der modularen Erweiterung (Koppelfeld B)

1: N=1008, Ausbau I.	über 240 u. 496 Anschlüsse, notwendige Module (ohne 48*48-KVF)
2: N=1008, Ausbau II.	über 240 u. 496 Anschlüsse, notwendige Module (ohne 48*48-KVF)
3: N=1008, Ausbau III.	über 240 u. 496 Anschlüsse, notwendige Module (mit 48*48-KVF)
4: N=1008, Ausbau IV.	über 240 u. 496 Anschlüsse, notwendige Module (mit 48*48-KVF)

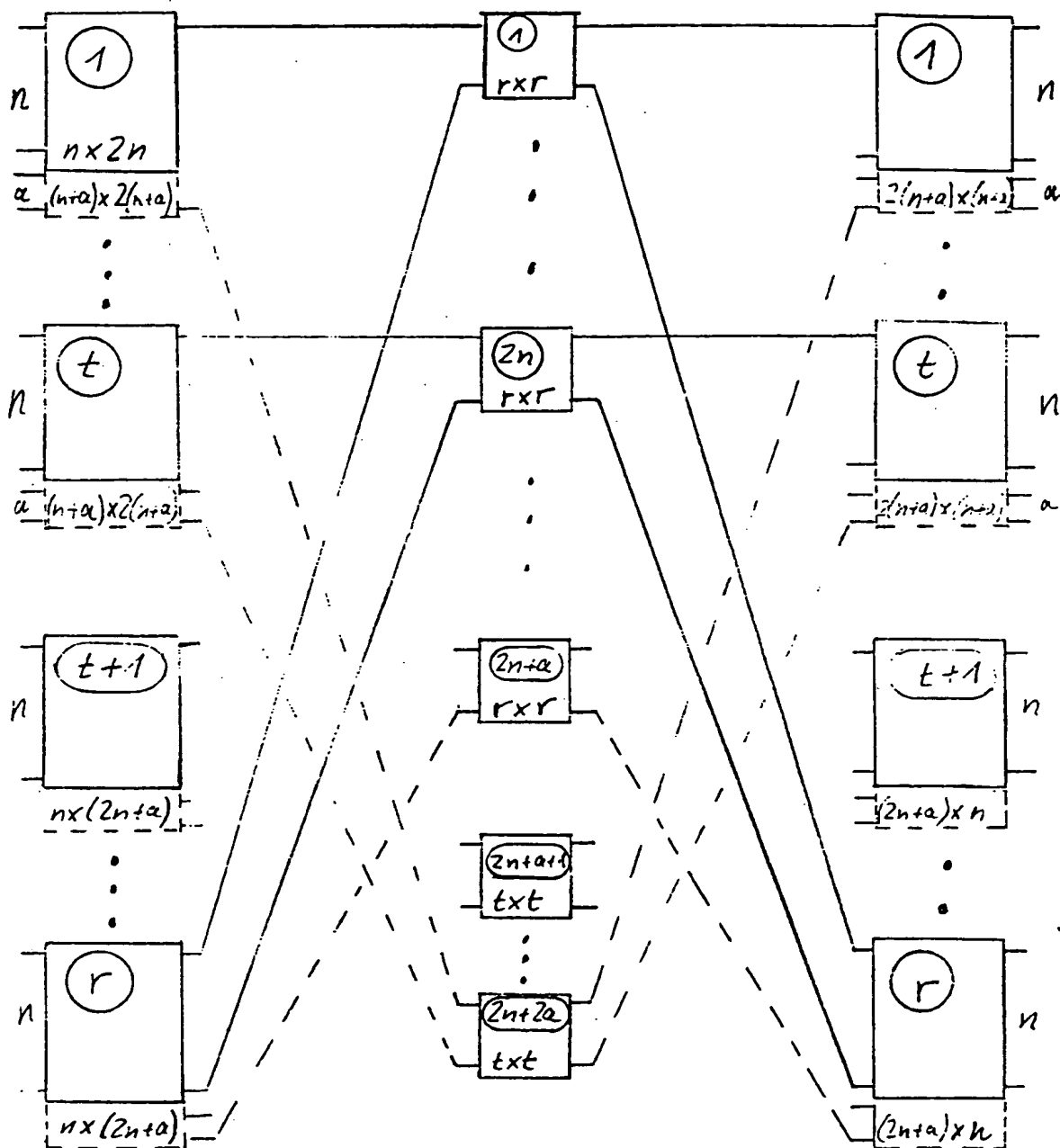


Fig. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.